

MIRROR PROJECTION SYSTEM FOR A SCANNING LITHOGRAPHIC PROJECTION APPARATUS, AND LITHOGRAPHIC APPARATUS COMPRISING SUCH A SYSTEM

Publication number: JP2002509654 (T)

Publication date: 2002-03-26

Inventor(s):

Applicant(s):

Classification:

- International: G02B17/00; G02B17/06; G03F7/20; H01L21/027; G02B17/00; G03F7/20; H01L21/02; (IPC1-7): H01L21/027; G02B17/00; G03F7/20

- European: G02B17/06C2; G03F7/20T16

Application number: JP19990555123T 19990426

Priority number(s): EP19980201484 19980506; WO1999IB00752 19990426

Also published as:

JP4286330 (B2)

WO9957606 (A1)

US6255661 (B1)

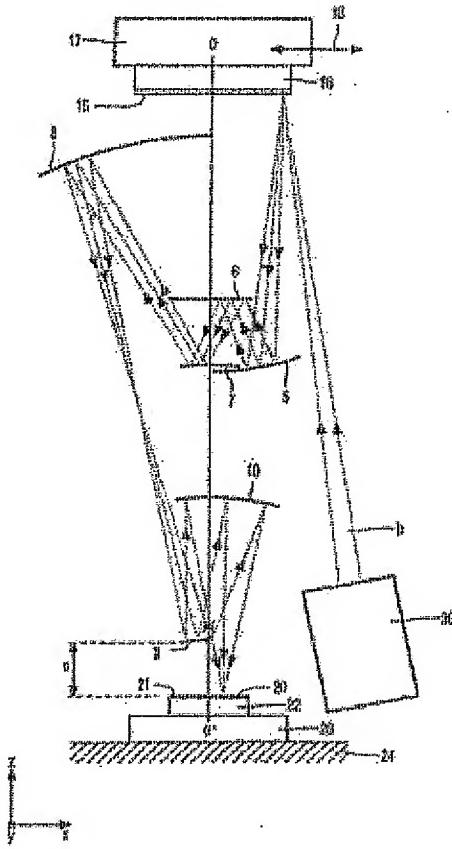
TW238896 (B)

DE69922132 (T2)

Abstract not available for JP 2002509654 (T)

Abstract of corresponding document: WO 9957606 (A1)

A mirror projection system for use in a step-and-scan lithographic projection apparatus, in which a mask pattern (15) is repetitively scan-imaged on a number of areas of a substrate (20) by means of a beam (b) of EUV radiation, and having a cross section shaped as a segment of a ring, has six imaging mirrors (5-10). The design is such that an intermediate image is formed between the fourth (8) and the fifth mirror (9) from the object side (1), and the system has a relatively large working distance (c).



Data supplied from the esp@cenet database — Worldwide

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公表特許公報 (A)

(11)特許出願公表番号

特表2002-509654

(P2002-509654A)

(43)公表日 平成14年3月26日(2002.3.26)

(51) Int.Cl.¹
H 01 L 21/027
G 02 B 17/00
G 03 F 7/20

識別記号
503

F I
G 02 B 17/00
G 03 F 7/20
H 01 L 21/30

チャート(参考)
A
503
631A

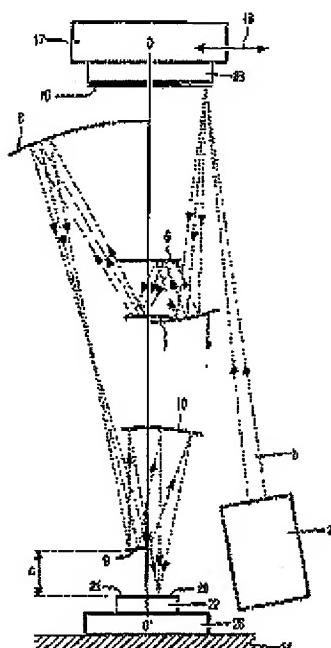
審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 16 頁)

(21)出願番号 特願平11-555123
(22)出願日 平成11年4月26日(1999.4.26)
(36)翻訳文提出日 平成11年12月28日(1999.12.28)
(36)国際出願番号 PCT/IB99/00752
(37)国際公開番号 WO99/57606
(37)国際公開日 平成11年11月11日(1999.11.11)
(31)優先権主張番号 98201484.7
(32)優先日 平成10年5月6日(1998.5.6)
(33)優先権主張国 ヨーロッパ特許庁(E P)
(31)指定国 E P(AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), JP

(70)出願人 コーニングレッカ、フィリップス、エレクトロニクス、エヌ、ヴィ
オランダ国5621、ペーー、アンドーフ
エン、フルーネヴァウツウェッハ、1
(72)発明者 ジョセフス、ジエー、エム、ブレート
オランダ国5656、アーヴィー、アンドーフ
エン、プロフ、ホルストラーン、6
(74)代理人 弁理士 佐藤 一雄 (外3名)

(54)【発明の名称】 走査リソグラフィック投影装置のための鏡投影システム、およびそのようなシステムを備えるリソグラフィック装置

(57)【要約】
6枚の映像形成鏡(5~10)を有し、マスクパターン(15)が、リングの一部として形成されている横断面を持つEUV放射のビーム(b)により基板(20)のいくつかの領域上で繰り返し走査で映像が形成される、ステップおよび走査リソグラフィック装置に使用するための鏡投影システム。その設計は、物体側(1)から第4の鏡(8)と第5の鏡(9)との間に中間映像が形成され、システムは比較的大きい動作距離(c)を有する。



【特許請求の範囲】

1. マスク中に存在する、マスクパターンの映像をEUV放射の、横断面が円形部分の形をしているビームにより基板上に形成するためのステップおよび走査リソグラフィック投写装置に使用するための鏡投写システムであって、その投写システムは物体側から映像側まで第1乃至第6の6枚の映像形成鏡により構成され、第1、第2、第4、第6の鏡は凹面であり、第5の鏡は凸面である鏡投写システムにおいて、第3の鏡は凸面であることを特徴とするマスクパターンの映像を基板上に形成するためのステップおよび走査リソグラフィック投写装置に使用するための鏡投写システム。
2. 請求の範囲1記載の鏡投写システムであって、システムの映像側における開口数が0、20nmのオーダーで、倍率Mが+0、25、円形の一部の形の映像場の幅が1、5mmであることを特徴とする鏡投写システム。
3. 請求の範囲1記載の鏡投写システムであって、全ての鏡が非球面表面を持つことを特徴とする鏡投写システム。
4. 請求の範囲1、2または3記載の鏡投写システムであって、システムは映像側でテレセントリックであることを特徴とする鏡投写システム。
5. 請求の範囲1、2、3または4記載の鏡投写システムであって、第2の鏡と第3の鏡との間に物理的にアクセス可能なダイアフラムが配置されていることを特徴とする鏡投写システム。
6. EUV放射源を有する照明器と、マスクを収容するためのマスクホルダーと、基板を収容するための基板ホルダーと、投写システムとを備え、投写システムが先行する請求の範囲のいずれか1つに記載の鏡投写システムであることを特徴とするマスクパターンのステップおよび走査映像形成のためのリソグラフィック装置。
7. 請求の範囲6記載のリソグラフィック装置であって、マスクが反射マスクであり、照明器がマスクホルダーの投写システムが配置されている側と同じ側に配置されることを特徴とするリソグラフィック装置。

【発明の詳細な説明】

走査リソグラフィック投写装置のための鏡投写システム、および

そのようなシステムを備えるリソグラフィック装置

本発明は、マスク中に存在する、マスクパターンの映像をEUV放射の、横断面が円形部分の形をしているビームにより基板上に形成するためのステップおよび走査リソグラフィック投写装置に使用するための鏡投写システムにおいて、その投写システムは物体側から映像側まで第1乃至第6の6枚の映像形成鏡により構成され、第1、第2、第4、第6の鏡は凹面であり、第5の鏡は凸面である鏡投写システムに関するものである。

本発明は、そのような鏡投写システムを備える、基板のいくつかの領域上にマスクパターンをステップおよび走査で映像を形成するためのリソグラフィック装置にも関するものである。

ヨーロッパ特許出願公開第0779528号公報が、数nmと数十nmの間の範囲の波長も持つ放射を意味するものと理解されるEUV、極紫外線、放射を用いて、半導体基板の上のいくつかの領域にICマスクパターンの映像を写す、ステップおよび走査リソグラフィック装置に使用する鏡投写装置を記述している。この放射は軟X線放射とも呼ばれている。EUV放射の使用によって、0.1μmまたはそれより小さいオーダーの超微細な細部の映像を満足に投写できるという大きな利点が得られる。いいかえると、EUV放射を用いている映像形成システムが、システムのNAを極めて大きくする必要なしに非常に高い解像力を有するので、システムの焦点深度もかなり大きな値を有する。EUV放射のためにはレンズを製作できる適切な材料を利用できないから、マスクパターンの映像を基板上に投写するために、これまでの従来通常のレンズ投写装置の代わりに、鏡投写装置を使用しなければならない。

ICの製造に現在使用されているリソグラフィック装置はステッピング装置である。それらの装置では、全視野照明、すなわち、マスクパターンの全ての領域が同時に照明されて、それらの領域の映像が基板の1つのIC領域上に形成され

ち、次のIC領域がマスクパターンの下に配置させられるようにして基板ホルダーが動かされ、その後でその領域は照明される。このようにしてマスクパターンの基板の全てのIC領域が照明されるまでその操作が繰り返される。知られているように、部品数が増加しつつあるICを得ることが望ましいことが続いている。

これらの部品の寸法を小さくすることによるばかりでなく、ICの表面積を拡大することによってその希望を達成しようと試みられている。これは、既に比較的高い投写レンズのNAを一層大きくしなければならず、ステッピング装置ではこのシステムの映像場もまた一層拡大しなければならないことを意味する。これは実際には不可能である。

したがって、ステッピング装置からステップおよび走査装置へ変更することが提案されている。そのような装置では、投写装置の倍率を考慮に入れて、マスクパターンの長方形の一部または円形の一部の形の部分領域、したがって、また基板のIC領域のそのような部分領域が照明され、マスクパターンと基板が照明ビーム中を同期して動かされる。その後で、マスクパターンの次の円形の一部の形の部分領域の映像が、基板上の関連するIC領域の対応する部分領域上に各場合に形成される。マスクパターン全体の映像がこのようにしてIC領域の上に形成された後で、基板ホルダーは歩進運動を実行する、すなわち、以後のIC領域の初めが投写ビーム中に入れられ、マスクがその最初の位置に置かれ、その後で前記後のIC領域がマスクパターンを通じて走査照明される。この走査映像形成法を、投写放射としてEUV放射を使用するリソグラフィック装置に用いて大きな利益を得ることができる。

ヨーロッパ特許出願公開第0779528号公報に記載されている投写装置の、波長が13nmのEUV放射を使用することを意図している実施例は、映像側で0.20のNAを持つ。環状の映像場は内径が29mm、外径が31mm、長さが30mmである。このシステムの解像力は50nmで、収差および歪みは十分に小さくて走査法によりIC領域上に透過マスクパターンの良い映像を形成す

いる第1の鏡対は物体すなわちマスクパターンの拡大された映像を構成する。この映像は、第3の鏡と第4の鏡とで構成されている第2の鏡対へ送られ、第5の鏡と第6の鏡とで構成されている第3の鏡対に与えられる。その第3の鏡対は所要の開口NA = 0.20を持つ所望のテレセントリック (telecentric) 映像を形成する。この投写システムでは、第3の鏡と第4の鏡との間に中間映像が形成され、第2の鏡の上にダイアフラムが配置されている。

既知の投写システムでは、第3の鏡と第4の鏡を構成する鏡部はシステムの光軸から比較的大きい距離に配置しなければならない。これは位置合わせの問題と安定性の問題を引き起こすことがある。更に、既知のシステムの自由動作距離は17mmのオーダーと小さい。実際には、たとえば、組込み型測定システムに適してより大きい動作距離がしばしば求められる。

本発明の目的は、比較的大きい自由動作距離を持ち、かつ安定である、初めの節で述べた種類の投写システムを得ることである。そのために、本発明の投写システムは第3の鏡が凸面であることを特徴とするものである。

この新規な概念の投写システムでは、ただ1枚の鏡要素、第4の鏡、が光軸から比較的大きい距離に配置される。自由動作距離は、たとえば、ヨーロッパ特許出願公開第0779528号公報に記載されているシステムの自由動作距離よりも、たとえば、6倍大きい。そこで、中間映像は初めの4枚の鏡により形成される。

その中間映像は第4の鏡と第5の鏡との間の位置に呈示される。この中間映像は第5の鏡と第6の鏡により映像面内に映像が直接形成される。この新規な投写システムでは、第1の鏡が第3の鏡の近くに置かれるのに、ヨーロッパ特許出願公開第0779528号公報のシステムでは第2の鏡が第4の鏡の近くに置かれている。

米国特許第5,686,728号公報がステップおよび走査装置のための6枚鏡投写システムを記述していることに注目されたい。しかし、この投写システムは100nmと300nmの間の範囲の波長のために設計されており、すなわち、EUV放射のためではない。米国特許第5,686,728号公報では、その

(6)

特表2002-509654

5, 686, 728号公報に記載されている投写システムの6枚の鏡を用いる実施例では、第1の鏡は凸面である。

投写システムの上記新規な設計内では、開口数、倍率および映像場のパラメータの選択にいぜんとしていくらかの自由が存在する。

この投写システムの実施例は、システムの映像側における開口数が0, 20 nmのオーダーで、倍率 $M=+0, 25$ 、円形の一部の形の映像場の幅が1, 5 mmである。

この投写システムは50 nmのオーダーの寸法を持つ細部の映像を形成するのに適している。

この投写システムは全ての鏡が非球面表面を持つことを特徴とすることが更に好ましい。

非球面表面というのは、基本的な形が球であるが、この表面が一部を構成している光学系の収差を修正するように、実際の表面がこの基本的な形から局部的にずれているような表面を意味することと理解される。

全ての鏡を非球面にすることにより、システムをより広い映像場に対して修正

でき、開口数を大きくできる。

この投写システムは映像側でテレセントリックであることを更に特徴とすることが好ましい。

したがって、光軸に沿う基板の望ましくない変位に起因する倍率誤差は避けることができる。

この投写システムは、物理的にアクセス可能なダイアフラムが第2の鏡と第3の鏡の間に配置されていることを更に特徴とするものである。

このシステムは反対側へ伸びるビームの間のこの位置にダイアフラムを置くのに十分なスペースが存在するように設計される。

本発明は、EUV放射源を有する照明器と、マスクを収容するためのマスクホルダーと、基板を収容するための基板ホルダーと、投写システムとを備え、マスク中に存在するマスクパターンの映像を基板のいくつかの領域の上にステップお

(7)

特表2002-509654

写システムが前記鏡投写システムであることを特徴とするものである。

鏡投写システムは透過マスクとの組合せで使用できる。そうすると、照明システムはマスクホルダーの一方の側に配置され、投写システムは他方の側に配置される。

しかし、より短い組み込み長さを持つリソグラフィック装置は、マスクが反射マスクであり、照明器がマスクホルダーの投写システムと同じ側に配置されることを更に特徴とするものである。

EUV放射に適する反射マスクは、この放射のための透過マスクよりも一層容易に製作できる。

本発明のそれらの面およびその他の面は以後に説明する諸実施例から明らかであり、かつこれらの実施例を参照すると明らかにされるであろう。

図1は本発明の投写システムの実施例を示す。

図2はそのような投写システムを含むリソグラフィック装置の実施例を線図的に示す。

図1で、映像を形成すべきマスクを配置できる対物面が参考番号1で示され、基板を配置できる映像面が参考番号2で示されている。マスクが反射性であれば、そのマスクは放射源(図示せず)により放出されて右から来るビームb₁で照明される。反射マスクより反射されたビームb₁はシステムの第1の鏡5に入射する。その鏡は凹面である。この鏡はそのビームを収束ビームb₂として第2の鏡6へ反射する。鏡6は僅かに凹面である。鏡6はそのビームをより強く収束するビームb₃として第3の鏡7へ反射する。鏡7は凸面鏡であって、ビームを僅かに発散するビームb₄として第4の鏡8へ反射する。この鏡8は凹面鏡であって、ビームを収束ビームb₅として第5の鏡9へ反射する。鏡9は凸面であって、ビームを発散するビームb₆として第6の鏡10へ反射する。この鏡10は凹面鏡であって、そのビームをビームb₇として映像面2中に焦点を結ぶ。鏡5、6、7および8はマスクの中間映像を平面3に一緒に結び、鏡9と10は、この中間映像から、所望のテレセントリック映像を映像面2に、すなわち、基板の面に

(8)

特表2002-509654

投写システムの統りが軸線方向の位置 1 2 に配置されている。この位置では、ダイアフラム 1 3 をこの位置に置くことができるよう、ビーム b_2 、 b_3 および b_4 は相互に十分離れて分離される。知られているように、ダイアフラムは散乱された放射または望ましくない反射によりひき起こされた放射が、映像形成システム内で映像形成ビームに到達することを阻止するので、平面 2 内に形成された映像のコントラストを低下させることができる。更に、照明のパワーと映像場における解像力が一定であるように、ダイアフラムは全ての映像形成ビームに対して同じビーム横断面および同じ NA であるようにする。

更に、図 1 に示されているシステムの全ての鏡面は非球面である。それによってこのシステムは所望の開口に対して満足に修正される。

このシステムは同軸である。同軸というのは、全ての鏡の曲率中心が 1 本の軸線、すなわち光軸 OO' 上に配置されていることを意味する。組立ておよび許容誤差の観点から、これは非常に有利である。

下記の表は図 1 の実施例の関連するパラメータの値を示す。それらのパラメータは次の通りである。

—光軸 OO' に沿って測定された距離：

d_1 ：対物面 1 と鏡 5 の間の距離、

d_2 ：鏡 5 と鏡 6 の間の距離、

d_3 ：鏡 6 と鏡 7 の間の距離、

d_4 ：鏡 7 と鏡 8 の間の距離、

d_5 ：鏡 8 と鏡 9 の間の距離、

d_6 ：鏡 9 と鏡 10 の間の距離、

d_7 ：鏡 10 と映像面 2 の間の距離、

—光軸に沿って測定された曲率半径：

R_1 ：鏡 5 の曲率半径、

R_2 ：鏡 6 の曲率半径、

R_3 ：鏡 7 の曲率半径、

(9)

特表2002-509654

 R_5 : 鏡 9 の曲率半径、 R_6 : 鏡 10 の曲率半径、-既知数列展開の偶数項 $a_2, a_4, a_6, a_8, a_{10}, a_{12}$

$$Z = \sum_{i=1}^6 a_{2i} \cdot r^{2i}$$

が非球面の変化を記述する。

(10)

特表2002-509654

表

$$d_1 = 480.0000 \text{ mm}$$

$$d_2 = -130.0000$$

$$d_3 = 120.0000$$

$$d_4 = -410.0000$$

$$d_5 = 882.9950$$

$$d_6 = -248.8890$$

$$d_7 = 339.1210$$

$$R_1 = -504.7420 \text{ mm}$$

$$R_2 = 4047.7788$$

$$R_3 = 306.4726$$

$$R_4 = 598.4006$$

$$R_5 = 295.0114$$

$$R_6 = 349.0336$$

鏡5

鏡6

鏡7

a_2	- .99062895E-03	.12350676E- 03	.16314718E-02
a_4	.19325037E-08	.211840880E-07	-.12937833E-06
a_6	.22974309E-13	-.52434963E-12	.31503579E-10
a_8	.19248731E-18	.44402990E-16	-.10854546E-13
a_{10}	.18228577E-22	-.33972268E-20	.35055712E-17
a_{12}	-.30564185E-27	.14682141E-24	-.64250987E-21

(1)

特表2002-509654

鏡8 鏡9 鏡10

a ₂	.83556775E-03	.16949095E-02	-.14325312E-02
a ₄	.48147289E-09	.22268835E-07	.30333192E-08
a ₆	.15723519E-14	.94568728E-12	.15977007E-13
a ₈	-.18869035E-19	.23709231E-15	.46769410E-20
a ₁₀	.19431967E-24	-.17020338E-19	.49062664E-23
a ₁₂	-.78927285E-30	-.11890177E-23	-.13851990E-27

このシステムの倍率Mは+0.25で、開口数NAは0.20、映像面2の領域における映像の円形部分の内径は27.5mm、外径は29mmであるので、この平面は円形の部分の形をした、幅が1.5mmのスポットで走査される。このスポットの長さ、すなわち弦、は25mmのオーダーである。このシステムの全長、図1では約1057mmである。このシステムは波長が13nmの放射により映像を形成することを意図しており、そのために、この波長の放射をできるだけ満足に反射する多層構造が鏡に既知のやり方で設けられている。この目的のための多層構造の例がとくに米国特許第5,153,898号公報に記載されている。

図2は、EUV放射に敏感な層21が設けられている基板20の上に反射マスク15で示されている、マスクパターンの映像を形成するために本発明の鏡投写システムを有するステップおよび走査リソグラフィック装置の実施例を非常に線図的に示している。この装置は、EUV放射源と、円形部分の形の横断面を持つ照明ビーム16を形成する光学系とを収容する、線図で示されている照明器30を有する。この図に示されているように、照明器30は投写システムの基板台9と映像部10との近くに置くことができ、したがって、照明ビーム16はそれらの要素の近くに沿って投写カラムに入ることができる。映像を形成される反射マスク15は、マスク台17の一部を構成しているマスクホルダー16内に配置される

素の近くに沿って投写カラムに入ることができる。映像を形成される反射マスク15は、マスク台17の一部を構成しているマスクホルダー16内に配置される

(12)

特表2002-509654

方向に動かすことができ、したがって、マスクパターンの全ての領域を照明ピームbにより形成されている照明スポットの下に配置できる。マスクホルダーおよびマスク台は線図的にのみ示されており、種々のやり方で実現できる。基板20は、基板台(ステージ)23により支持されている基板ホルダー22の上に配置されている。この台は基板を走査方向(X方向)に動かすことができるがそれに垂直なY方向にも動かすこともできる。走査中は、基板とマスクは同じ向きに動く。基板台は支え24により支持されている。

更に、基板はZ方向、光軸00'の方向、に動かすことができ、かつZ軸を中心として回転できる。高度化された装置では、基板はX軸とY軸を中心として傾けることもできる。ステップおよび走査装置のこれ以上の詳細についてはたとえば、PCT特許出願WO97/33204(PHQ96,004)号を参照されたい。

光学的な自由動作距離、すなわち、第5の鏡9と基板の面との間の距離は投写システムにより決定され、可能な機械的偏倚は別にして、その距離は比較的長く、たとえば、90mmである。したがって、第5の鏡と基板の間のスペースに光センサを配置できる。ステッピング装置、または投写システムとしてレンズ系が用いられているステップおよび走査装置に既に用いられているそれらのセンサは、たとえば、米国特許第5,191,200(PHQ91,007)号公報に記載されている高さおよびレベルセンサ、およびたとえば、米国特許第5,144,363(PHQ90,003)号公報に記載されている映像センサである。

この投写システムは基板側でテレセントリックである。これは基板の投写システムに対するZ方向の望ましくない動きによりひき起こされる拡大誤差が避けら

れるという利点を有する。

このEUVリソグラフィック投写装置はICの製造に使用できるが、たとえば、液晶表示パネル、集積化された光学装置すなわちブレーク光学装置、磁気ヘッド、および磁区メモリのための誘導および検出パターンの製造にも使用できる。

(13)

特表2002-509654

[図1]

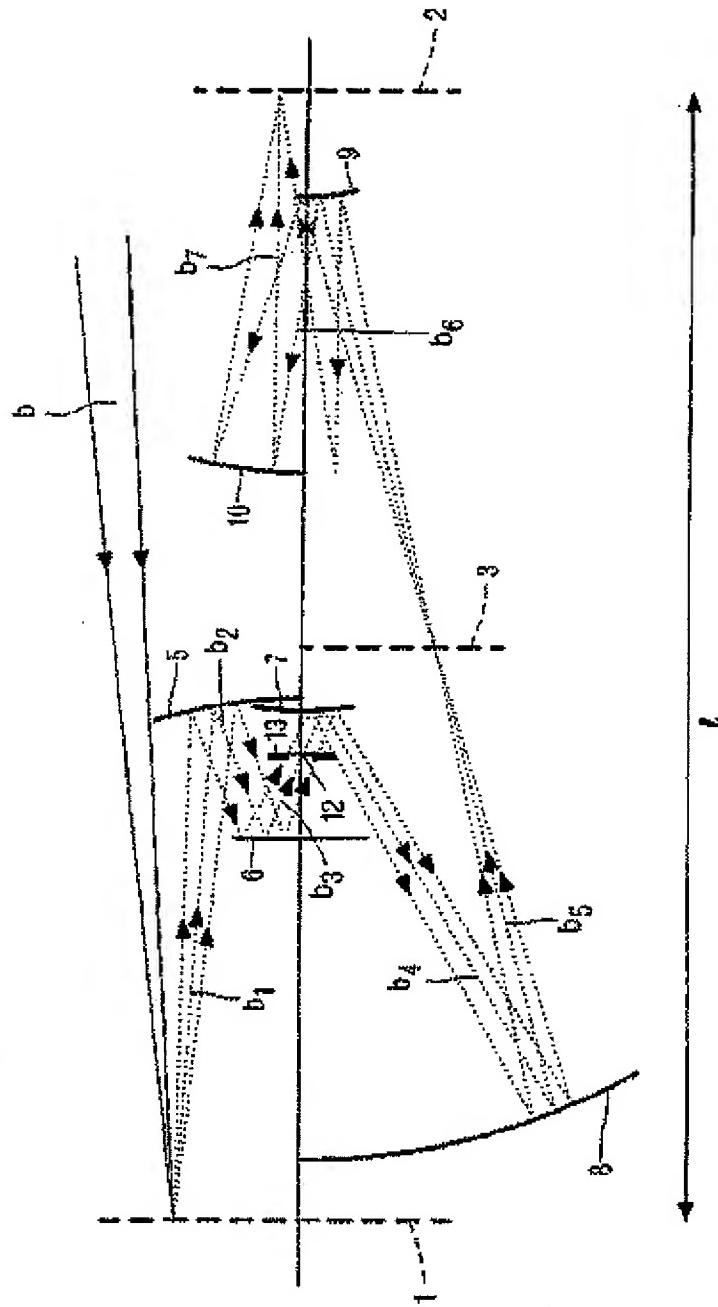


FIG. 1

(14)

特表2002-509654

[図2]

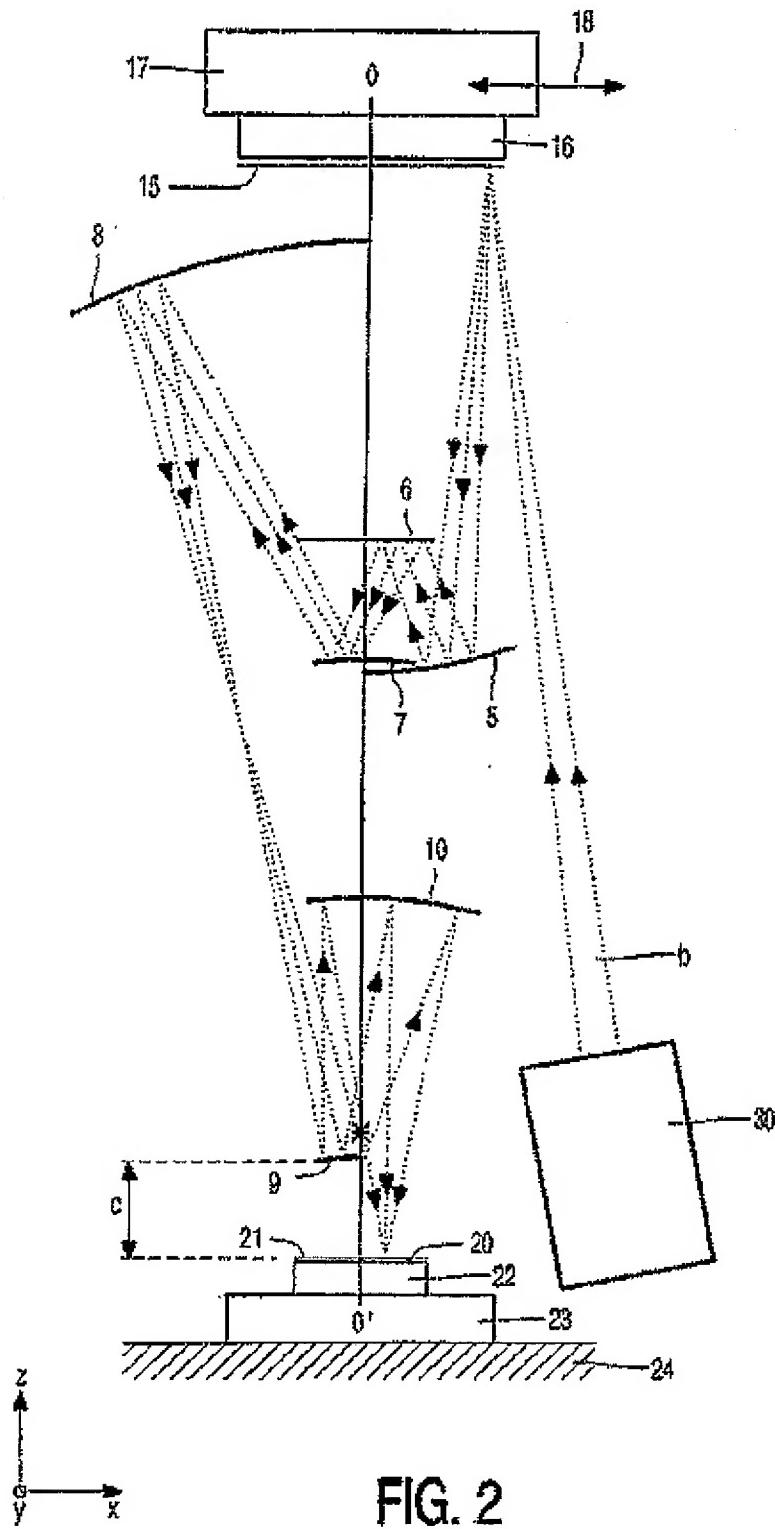


FIG. 2

(15)

特表2002-509654

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/IB 99/00752

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
IPC6: G03F 7/20, G02B 17/06, H01L 21/027 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)		
(IPC6: G02B, G03F, H01L)		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
SE, DK, FI, NO classes as above		
Electronic data base consulted during the international search (names of data base and, where practicable, search terms used)		
QUESTEL, EDOC, WIPI, JAPIO		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5178974 A (ANDREW M. HAWRYLUK ET AL), 12 January 1993 (12.01.93), column 2, line 62 - line 67; column 3, line 38 - column 4, line 53, figure 1 --	1-7
A	US 5805365 A (WILLIAM C. SWEATT), 8 Sept 1998 (08.09.98), column 7, line 34 - line 38; column 22, line 8 - line 51, figure 9 --	1-7
A	US 5303001 A (HWAN J. JEONG ET AL), 12 April 1994 (12.04.94), column 5, line 15 - column 8, line 58, figure 4 --	1-7
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "B" earlier document not published on or after the international filing date "C" document which may throw doubts on priority claimed or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reasons (as specified) "D" document referring to an oral disclosure, the exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed		
Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report	
12 August 1999	24.08.1999	
Name and mailing address of the ISA/ Swedish Patent Office Box 5055, S-102 42 STOCKHOLM Facsimile No. +46 8 666 02 86	Authorized officer Bengt Christensson/ELY Telephone No. +46 8 787 23 00	

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1992)

(15)

特表2002-509654

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/IB 99/00752

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5178974 A	12/01/93	US 5176970 A	05/01/93
US 5805365 A	08/09/98	NONE	
US 5303001 A	12/04/94	NONE	

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (July 1992)